

## ALUMINUM BRAZING ALLOY

**Publication number:** DE3525168 (A1)

**Publication date:** 1986-02-06

**Inventor(s):** HAGIWARA MICHIKI [JP]; NANBA KAIZO [JP]; IWASAKI SHOSUKE [JP]; ABIKO TETSUO [JP]

**Applicant(s):** SUMITOMO PRECISION PROD CO [JP]

**Classification:**

- **international:** C22C21/00; B23K35/28; C22C21/02; F28F21/08; C22C21/00; B23K35/28; C22C21/02; F28F21/00; (IPC1-7): B23K35/28; F28F19/00

- **European:** B23K35/28D; B23K35/28D2; F28F21/08

**Application number:** DE19853525168 19850715

**Priority number(s):** JP19840158678 19840731

**Also published as:**

 DE3525168 (C2)

 GB2162538 (A)

 US4781888 (A)

 JP61037395 (A)

 FR2568591 (A1)

**Cited documents:**

 GB629048 (A)

 EP0145933 (A1)

Abstract not available for **DE 3525168 (A1)**

---

Data supplied from the **esp@cenet** database — Worldwide

⑩ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Patentschrift**  
⑪ **DE 3525168 C2**

⑤ Int. Cl. 4:  
**B23K 35/28**  
C 22 C 21/00  
F 28 F 3/02

**DE 3525168 C2**

⑦ Aktenzeichen: P 35 25 168.9-45  
⑦ Anmeldetag: 15. 7. 85  
⑦ Offenlegungstag: 6. 2. 86  
⑦ Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 3. 9. 87

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑩ Unionspriorität: ⑩ ⑩ ⑩

31.07.84 JP 59-158 678

⑦ Patentinhaber:

Sumitomo Precision Products Co. Ltd., Amagasaki,  
Hyogo, JP

⑩ Vertreter:

Schwabe, H., Dipl.-Ing.; Sandmair, K., Dipl.-Chem.  
Dr.jur. Dr.rer.nat.; Marx, L., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat.,  
Pat.-Anw., 8000 München

⑦ Erfinder:

Hagiwara, Michiki; Nanba, Kaizo, Nagoya, Aichi, JP;  
Iwasaki, Shosuke, Kobe, Hyogo, JP; Abiko, Tetsuo,  
Osaka, JP

⑩ Im Prüfungsverfahren entgegengehaltene  
Druckschriften nach § 44 PatG:

GB 6 29 048  
EP 01 45 933

⑩ Aluminiumhartlot und seine Verwendung zum Bau von Aluminium-Wärmeaustauschern

**DE 3525168 C2**

Fig. #1

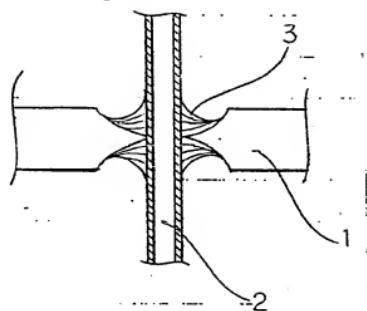
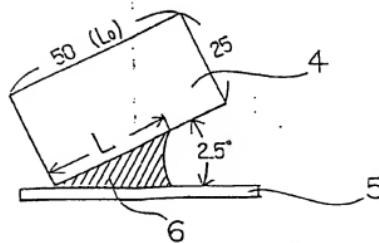


Fig. #2



## Patentansprüche

1. Aluminium-Hartlot aus Silicium, Kupfer, Calcium und Aluminium, dadurch gekennzeichnet, daß es aus 4,5 bis 13,5 Gew.-% Silicium, 0,05 bis 0,5 Gew.-% Calcium, 2,3 bis 4,7 Gew.-% Kupfer oder 2,3 bis 4,7 Gew.-% Kupfer und 9,3 bis 10,7 Gew.-% Zink, Rest Aluminium, besteht.  
 5 2. Verwendung des Aluminium-Hartlotes nach Anspruch 1 zum Bau von Aluminium-Wärmeaustauschern durch Hartlöten.

## Beschreibung

10 Die Erfindung betrifft ein Aluminiumhartlot für die Montage von Aluminium-Wärmeaustauschern durch Hartlöten, das besonders zur Montage von Plattenwärmeaustauschern mit Kühlrippen, verwendbar im Hochdruckbetrieb, geeignet ist.

15 Aluminium-Plattenwärmeaustauscher mit Kühlrippen werden bislang durch Anwendung einer entsprechenden Hartlöttechnik, wie z. B. durch die Vakuum-Hartlöttechnik, Hartlöten bei ca. 560–600°C in normaler Atmosphäre oder im Tauch-Hartlötvorfahren hergestellt. Die dabei verwendeten Aluminiumhartlote enthalten üblicherweise 4,5 bis 13,5 Gew.-% Silizium und wahlweise werden Hartlote mit einem Zusatz von weniger als 3,0 Gew.-% Magnesium oder Hartlote mit einem Zusatz von 2,3 bis 4,7 Gew.-% Kupfer und 9,3 bis 10,7 Gew.-% Zink verwendet. Die eben beschriebenen siliziumhaltigen Hartlote können ferner Beryllium und Wismut enthalten. Alle Prozentangaben in dieser Anwendung entsprechen, wenn nicht anders vermerkt, Gewichtsprozenten.

20 Aus der GP-PS 6 29 048 ist ein Lot zur Löten von Aluminium bekannt, das 10 bis 15,5 Gew.-% Silizium und als weiteren Bestandteil 0,005–0,30 Gew.-% eines Modifizierungsmittels, ausgewählt aus Alkalimetallen, Wolfram, Chrom, Kobalt, Bor und Calcium enthält.

Aus der EP-OS 145 933 sind Aluminiumhartlote bekannt, die 10–13 Gew.-% Silizium, 0–3 Gew.-% Magnesium, 0–4 Gew.-% Zink, 0–0,2 Gew.-% mindestens eines der folgenden Elemente: Wismut, Phosphor, Strontium, Lithium, Scandium, Yttrium, Natrium, Calcium sowie 0–2 Gew.-% mindestens eines Seltenerdelementes, Rest Aluminium enthalten.

Plattenwärmeaustauscher mit Kühlrippen können durch den Reißdruck, wenn der Wärmeaustauscher aufgrund des auftretenden Innendrucks zerreiht, gekennzeichnet werden.

30 Die Festigkeit in den Hartlötvorbindungen wird als ein bestimmender Faktor für den Reißdruck angesehen und die Festigkeit hängt im wesentlichen von der Stärke und der Struktur der Kehlnahnt in den Lötvorbindungen ab. Jedoch erlaubt es die Herstellung von großformatigen Wärmeaustauschern nicht, aufgrund der verlängerten Hartlötzzeit, eine ausreichend starke Kehlnahnt zu erzeugen. Daher besitzen die zur Zeit verwendeten Wärmeaustauscher eine niedrige Reißdruckhöhe.

35 Andererseits kann man die metallurgische Struktur in den Lötvorbindungen verfeinern und dadurch die Festigkeit erhöhen, wenn man die Abkühlrate nach dem Hartlötvorgang erhöht. Es ist praktisch jedoch nicht möglich, die Abkühlrate bei der Konstruktion von großformatigen Wärmeaustauschern ausreichend zu erhöhen und daher kann man eine Verfeinerung der Metallstruktur nicht erzielen. Aus diesen Gründen ist mit den Aluminiumlöteln, nach dem Stand der Technik eine Verbesserung der Reißdruckhöhe nicht zu erwarten.

40 Die Aufgabe der Erfindung besteht nun darin, ein verbessertes Aluminiumhartlot zur Verfügung zu stellen, das die beschriebenen Nachteile nach dem Stand der Technik nicht besitzt und im besonderen ein Aluminiumhartlot zur Verfügung zu stellen, das besonders vorteilhaft bei der Montage von Aluminium-Platten-Wärmeaustauschern mit Kühlrippen, geeignet für den Hochdruckbetrieb, hergestellt durch Hartlöten ist.

45 Gemäß der Erfindung wird diese Aufgabe durch ein Aluminiumhartlot, das 4,5–13 Gew.-% Silizium, 0,05–0,5 Gew.-% Calcium, 2,3–4,7 Gew.-% Kupfer allein oder in Kombination mit 9,3–10,7 Gew.-% Zink, Rest Aluminium enthält gelöst.

Das Aluminiumhartlot der vorliegenden Erfindung erzeugt eine sehr verfeinerte metallurgische Struktur in den Lötvorbindungen durch Anwendung einer der herkömmlichen Hartlöttechniken, wie z. B. der Vakuum-Hartlöttechnik, Hartlöten oder des Tauchlötverfahrens, wodurch eine signifikante Verbesserung der Festigkeit der Lötvorbindungen erreicht wird.

50 Zusätzlich zeigt das erfindungsgemäß beschriebene Hartlot eine verbesserte Hartlötbartbarkeit. Fig. 1 zeigt einen vertikalen Schnitt durch eine kreuzförmige Lötvorbindung und Fig. 2 zeigt eine Testprobe für den Kehlnahftest.

Im folgenden wird die Funktion jedes Legierungsbestandteiles des erfindungsgemäßen Aluminiumhartlotes und der Grund warum jede Komponente auf den oben angeführten Gehalt limitiert ist beschrieben.

## Silizium

55 Diese Komponente ist ein Hauptlegierungsbestandteil und reduziert in vorteilhafter Weise den Schmelzpunkt von Hartlötlegierungen, wodurch eine signifikante Verbesserung der Fließfähigkeit bewirkt wird. Ein Siliziumgehalt von unter 4,5 Gew.-% reduziert in unerwünschter Weise die Fließfähigkeit und führt zu Schwierigkeiten im Hartlötzprozeß. Andererseits bewirkt ein Siliziumgehalt von mehr als 13,5 Gew.-% keine genügende Formbarkeit und führt zu Schwierigkeiten während des Arbeitsvorganges.

## Calcium

60 Dieser Bestandteil führt zu einer vorteilhaften Verfeinerung der Struktur, wodurch die Festigkeit in den Lötvorbindungsabschnitten verbessert wird. Zusätzlich wirkt Calcium dagehend, daß es die Hartlötbartbarkeit

## 35 25 168

verbessert. Wenn der Calciumgehalt weniger als 0,05 Gew.-% beträgt, werden diese Effekte nicht ausreichend erhalten, während ein Gehalt von mehr als 0,5 Gew.-% die Hartlötbarekeit in unerwünschter Weise beeinflusst.

### Kupfer

Kupfer reduziert den Schmelzpunkt von Hartlötlegerungen und verbessert ihre Hartlötbarekeit. Wenn Kupfer in einer Konzentration von weniger als 2,3 Gew.-% vorhanden ist, sind die Wirkungen ungenügend, während ein Kupfergehalt der 4,7 Gew.-% überschreitet, die Hartlötbarekeit nachteilig beeinflusst.

### Zink

5

10

15

20

Zink verstärkt den eben für Kupfer beschriebenen Effekt.

Ein Zinkgehalt von weniger als 9,3 Gew.-% bewirkt den Effekt nicht in ausreichendem Maße. Andererseits, ein übermäßiger Zinkgehalt von mehr als 10,7 Gew.-% wird die Hartlötbarekeit nachteilig beeinflusst.

Hartlöbleche, 1 mm stark, mit beidseitigen Plättierungen, die hergestellt sind aus den entsprechenden, in den nachfolgenden Tabelle aufgeführten Legierungen, und in einem Verhältnis von 10% des Gesamtgewichts aufgebracht sind, werden mit einem AA3003-0 Hartlöblech kombiniert, um ein Testmodell, in einer Anordnung wie in Fig. 2 gezeigt, herzustellen, um die Hartlötbarekeit zu überprüfen. Die Versuchsergebnisse werden in Tabelle 1 aufgeführt. In der Fig. 2 bezieht sich die Bezugsziffer 4 auf ein Hartlöblech, 50 mm  $\times$  25 mm groß und 1 mm stark, die Bezugsziffer 5 auf ein AA3003-0 Aluminiumharterblech, 60 mm  $\times$  60 mm groß und 1 mm stark und die Bezugsziffer 6 auf eine Kehllötnaht aus jedem Hartlot, das in Tabelle 1 beschrieben ist.

Tabelle 1

Hartlöblech Nr.	Plättungsmaterial (Hartlötlegerung) Zusammensetzung im Hartlöblech	Kehlnahtfüllung L/Lo $\times$ 100(%)	Aussehen der Lötverbindung	Hartlötbefindungen	25
	Hauptbestandteil	zusätzliche Menge an Ca			30
*13	Al-10% Si-4% Cu (entsprechend JIS BA4145)	0	78	gut	Ofenhartlötverfahren (Verwendung eines Flüssmittels in Luft bei 580°C für 3 Min.)
14	desgl.	0,08%	77	gut	
15	desgl.	0,15%	76	gut	
16	desgl.	0,40%	74	gut	40
*17	desgl.	0,82%	43	Auftreten von Kavitäten	
*18	Al-10% Si-4% Cu-10% Zn	0	76	gut	Ofenhartlötverfahren (Verwendung eines Flüssmittels in Luft bei 560°C für 3 Min.)
19	desgl.	0,08%	75	gut	
20	desgl.	0,15%	77	gut	
21	desgl.	0,40%	73	gut	50
*22	desgl.	0,82%	45	Auftreten von Kavitäten	

Hartlöblech: Blechstärke 1 mm

Kennmaterial: Legierung AA3003<sup>1</sup>)

\*: Hartlöbleche zum Vergleich

<sup>1</sup>) 1,15% Mn, 0,15% Cu, 0,01% Mg, 0,23% Si, 0,58% Fe, <0,01% Zr, 0,01% Ti, <0,01% Cr, <0,01% V.

Weiterhin wurden die als Vergleichsbeispiele verwendeten Hartlöbleche gemäß Tabelle 1 mit einem AA3003 Aluminiumblech kombiniert, um eine kreuzförmige Lötverbindung auszubilden, (vgl. Fig. 1) und dann in Luft durch Erhitzen bei 600°C für 30 Min. hartgeglüht. Anschließend werden die Lötverbindungen im Bruchversuch getestet; die Versuchsergebnisse sind in Tabelle 2 dargestellt.

55

60

65

# 35 25 168

Tabelle 2

Ergebnisse aus dem Bruch-Versuch an den Lötverbindungen. (Die Werte für den Reißdruck in der Tabelle sind die Mittelwerte aus fünf Messungen.)

5	Hartlötblech	gebrochener Teil	Reißdruck an der Lötverbindung
10	Vergleichsbeispiele (Ca-frei Erfindungsgemäß (enthalt Ca)	hartgelöteter Teil Grundplatte	81,3—90,1 MPa nicht weniger als 103,8 MPa
15	Wie aus den vorhin angeführten experimentellen Resultaten ersichtlich ist, sorgt das erfindungsgemäß Hartlot für eine hochfeste Hartlötverbindung im Vergleich zu herkömmlichen Aluminiumhartloten einschließ- lich Aluminium-Silizium, Aluminium-Silizium-Magnesium und Aluminium-Silizium-Kupfer oder Aluminium-Sili- zum-Kupfer-Zink Hartloten und eliminiert die Bruch- oder Reißprobleme aufgrund des inneren Druckes oder anderer zerstörende Kräfte. Weiterhin zeigt das erfindungsgemäß Aluminiumhartlot eine sehr gute Hartlöt- barkeit.		
20	20 Solche überlegenen Eigenschaften machen das Aluminiumhartlot der Erfindung besonders vorteilhaft bei der Montage durch Hartlöten von Aluminium-Wärmeaustauschern, speziell von Platten-Wärmeaustauschern mit Kühlrippen, verwendbar im Hochdruckbetrieb.		

Hierzu 1 Blatt Zeichnungen

25

30

35

40

45

50

55

60

65